

P01CAL009US(3)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

240679/5327  
09/924, 941  
Sugimoto et al.

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application: NOV 20 2001  
2001年 6月13日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2001-178589

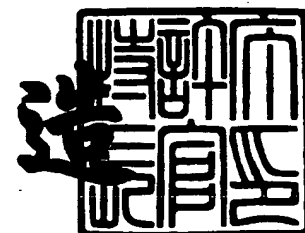
出 願 人  
Applicant(s): カルソニックカンセイ株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月 3日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 AP1087

【提出日】 平成13年 6月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F23C 11/00

【発明の名称】 水素燃焼ヒータ

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソニックカンセイ株式会社内

【氏名】 杉本 保

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中野区南台5丁目24番15号 カルソニックカンセイ株式会社内

【氏名】 島田 茂穂

【特許出願人】

【識別番号】 000004765

【氏名又は名称】 カルソニックカンセイ株式会社

【代表者】 ▲高▼木 孝一

【代理人】

【識別番号】 100086450

【弁理士】

【氏名又は名称】 菊谷 公男

【選任した代理人】

【識別番号】 100077779

【弁理士】

【氏名又は名称】 牧 哲郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100078260

【弁理士】

【氏名又は名称】 牧 レイ子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 017950

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010530

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 水素燃焼ヒータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空気が供給される入口管（130）に該入口管に接続された水素導入管（100）の開口（90）から水素ガスを供給し、その下流側に順に混合器（140）、電気加熱触媒（150）、および熱媒体を通流させる熱交換器（170、170'）を設けて、前記電気加熱触媒に通電して水素ガスと空気の混合ガスを緩酸化反応で燃焼させ、その燃焼ガスにより熱交換器を通流する熱媒体を加熱するよう構成した水素燃焼ヒータであって、

前記水素導入管は前記入口管の断面を横方向に水平に横切るように接続され、前記開口は複数個が入口管断面の中心位置を挟んで両側に、かつ相対的に中心位置より水素導入管における上流側の開口の面積の和が下流側の開口の面積の和よりも大きくなるように配置され、入口管における空気が供給される上流方向に向けられていることを特徴とする水素燃焼ヒータ。

【請求項 2】 前記水素導入管（100）の複数個の開口（90）は、互いに略同一のサイズに設定され、相対的に入口管（130）断面の中心位置より水素導入管における上流側に多く配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の水素燃焼ヒータ。

【請求項 3】 前記水素導入管（100）の複数個の開口（90）のうち、入口管（130）断面の中心位置より水素導入管における上流側の開口の一部または全部が下流側の開口より大きいサイズに設定されていることを特徴とする請求項 1 記載の水素燃焼ヒータ。

【請求項 4】 前記水素導入管（100）の開口（90）が、入口管（130）における上流方向の水平 0° から下方 45° の間に向いていることを特徴とする請求項 1、2 または 3 記載の水素燃焼ヒータ。

【請求項 5】 前記混合器（140）が、それぞれ孔（145、146、147）を備える 3 枚のオリフィス板（141、142、143）を順次に並べて構成され、各オリフィス板は上流側から下流側へ順にその孔径を小さくし、かつ孔数を増大させていることを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 記載の水素燃

焼ヒータ。

【請求項 6】 前記熱交換器（170'）は、ケーシング（138'）内に互いに整合する多数の孔（184）を備える 2 枚の隔壁（180、182）を前後に配置するとともに、両隔壁の対応する孔間をパイプ（186）でつないで構成し、

前記パイプ内に燃焼ガスを通し、パイプの外側に熱媒体を通流させるものであることを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 記載の水素燃焼ヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水素ガスの触媒による酸化反応熱で被加熱流体を加熱する水素燃焼ヒータに関する。

【0002】

【従来の技術】

燃料ガスを触媒によって酸化反応させ、その酸化反応熱で熱交換器を通して被加熱流体を加熱する燃焼ヒータが種々提案されている。とくに水素燃料電池を搭載する車両などでは、同じ水素を燃料とする水素燃焼ヒータが燃料一元化の点から好ましい。

このような水素燃焼ヒータでは、水素ガスと空気の混合ガスを触媒に触れさせて酸化させるわけであるが、始動に際して触媒を酸化反応に適した温度にするため、従来は触媒に流入する前に混合ガスに火花点火して燃焼させ、この前段階で高温となった燃焼ガスを触媒に通すことにより当該触媒を加熱するようにしている。

【0003】

しかし、このような火花による混合ガスの燃焼方法では、水素と空気の混合比が爆発あるいは爆燃限界内でなければ着火しないので、点火時の爆発や爆燃のおそれを回避できないという問題がある。またこのような点火を可能とする混合比で燃焼させると、その燃焼温度も過大となる。

そのため、防爆、高熱対策が必須となるうえ、窒素酸化物の生成が増大すると

ともに、熱交換器には被加熱流体との温度差による大きな熱応力が発生するという問題も生じる。

#### 【 0 0 0 4 】

そこで、先に本出願人は、特願 2 0 0 0 - 2 4 0 8 1 6 により、爆発や爆燃のおそれなく、窒素酸化物の生成や熱応力の増大が抑えられ、しかも安定な加熱性能を得る水素燃焼ヒータを提案した。

図 8 はその全体構成を示す。

入口管 1 3 の軸方向一端に送風機 1 1 が接続され、送風機 1 1 と入口管の間には流量制御弁 1 2 が設けられる。送風機 1 1 はフィルタ 1 0 を介して吸引した空気を流量制御弁 1 2 を介して入口管 1 3 内へ供給する。

入口管 1 3 の側壁には減圧弁 1 5 を介して図示しない水素貯留容器に接続した水素導入管 1 6 が開口している。

#### 【 0 0 0 5 】

水素導入管 1 6 には、入口管 1 3 への開口部と減圧弁 1 5 の間に、分岐路が形成され、一方の分岐路 1 7 には第 1 の絞り弁 1 9、他方の分岐路 1 8 には第 2 の絞り弁 2 0 が設けられている。

第 1 の絞り弁 1 9 と第 2 の絞り弁 2 0 の流量比は 1 : 9 としてあり、減圧弁 1 5 で減圧された水素ガスは第 1 の絞り弁 1 9 を開くことにより 5 リットル／分で入口管 1 3 へ供給され、さらに第 2 の絞り弁 2 0 を開くことにより合計 5 0 リットル／分で入口管 1 3 へ供給される。

#### 【 0 0 0 6 】

入口管 1 3 の下流には順に、混合器 4 0、電気加熱触媒 5 0、燃焼触媒 6 0 および熱交換器 6 4 が配置され、混合器 4 0 から熱交換器 6 4 までがケーシング 3 1 に収納されてヒータユニット 3 0 を形成している。

電気加熱触媒 5 0 からは、ケーシング 3 1 の外周壁を貫通して、第 1、第 2 電極 5 5、5 6 が外方へ延びている。

熱交換器 6 4 には、ケーシング 3 1 の外周壁を貫通して、ウォータポンプ 6 5 に接続された水導入管 6 6 と水排出管 6 7 とが連結されている。

ケーシングの出口端は消音器 7 0 に接続されている。

## 【 0 0 0 7 】

入口管 1 3 に供給された送風機 1 1 からの空気と水素導入管 1 6 からの水素ガスは、混合器 4 0 で均一な混合ガスとなり、電気加熱触媒 5 0 で加熱燃焼されて、この燃焼ガスが燃焼触媒 6 0 を触媒反応に十分な温度に加熱する。

燃焼触媒 6 0 により酸化反応して高熱となった燃焼ガスは、熱交換器 6 4 で熱媒体としての純水を加熱した後、消音器 7 0 を経て外部へ放出される。

## 【 0 0 0 8 】

電気加熱触媒 5 0 と燃焼触媒 6 0 間の間の空間には、電気加熱触媒 5 0 からの燃焼ガスの温度を検出する温度センサ 7 3 が設けられている。また、燃焼触媒 6 0 の温度を検出する温度センサ 7 4 が設けられるとともに、燃焼触媒 6 0 と熱交換器 6 4 の間の空間には、燃焼触媒 6 0 からの燃焼ガスの温度を検出する温度センサ 7 5 が設けられている。

## 【 0 0 0 9 】

さらに、熱交換器 6 4 の直後には熱交換後の燃焼ガスの温度を検出する温度センサ 7 6 が設けられている。水導入管 6 6 の熱交換器入口に圧力センサ 7 7 が設けられ、水排出管 6 7 には熱交換器出口に熱交換後の純水の温度を検出する温度センサ 7 8 と、リリーフ弁 7 9 が設けられている。

送風機 1 1、ウォータポンプ 6 5、各弁 1 2、1 5、1 9、2 0、7 9 および各センサ 7 3、7 4、7 5、7 6、7 7、7 8 は図示省略の制御装置に接続されている。

## 【 0 0 1 0 】

混合器 4 0 は、多孔素材の平板と、同じく多孔素材を波付けした波板とを重ねて巻き上げて形成してある。

平板と波板とは巻き上げのあと、1 2 0 0℃、1 P a の程度で約 2 0 分間真空熱処理を行って、拡散結合により剛性の高い単体とされる。

混合器 4 0 は、巻き上げ後の各層の平板と波板の間に形成される各セルがケーシングの流路に沿った軸方向に貫通している。

## 【 0 0 1 1 】

電気加熱触媒 5 0 は、白金 ( P t ) 1 %、残部アルミナ ( A l <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) からな

る触媒を担持した平板と波板とを重ね巻きして形成しており、外筒に圧入され複数箇所セラミック接着剤で接合された担体となっている。平板と波板の巻き上げ中心には第 1 電極 5 5 が設けられ、外筒には第 2 電極 5 6 が設けられている。

平板と波板の各素材は、いずれも厚さ  $50\mu\text{m}$  の  $20\text{Cr}-5\text{Al}$ 、残部  $\text{Fe}$  のステンレス箔を、 $1200^{\circ}\text{C}$  で 20 分程度大気中で加熱表面酸化して用いている。

巻き上げ後の各層の平板と波板の間に形成される各セルも軸方向に貫通している。

#### 【0012】

燃焼触媒 6 0 は電気加熱触媒 5 0 と同様に白金 ( $\text{Pt}$ ) 1 %、残部アルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) からなる触媒を担持し、水素を酸化反応させる。

水素はその燃焼特性として、大気圧環境では自然発火限界線が約  $560^{\circ}\text{C}$  を横切るので、これを避けて酸化反応条件として  $500^{\circ}\text{C}$  を設定する。完全燃焼による温度  $500^{\circ}\text{C}$  は水素 1 に対して空気 15.3 付近の混合比率によって得られる。

したがって、制御装置は、上記 15.3 の混合比率付近により燃焼触媒 6 0 の温度を  $500^{\circ}\text{C}$  に保持する運転を行う。

#### 【0013】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、水素ガスが電気加熱触媒に流入する前に空気と十分に混合されないと、電気加熱触媒にヒートスポットが発生し、耐久性が低下するおそれがある。

そこで、上記の燃焼装置では、混合器 4 0 を用いて水素ガスと空気の混合を促進するものとしているが、混合器 4 0 は、それぞれ多孔素材の平板と波板とを重ねて巻き上げたうえ、高温で真空熱処理を行い、拡散結合して形成するので、材料および製作コストが相当に高いという問題を有している。

また、水素導入管 1 6 を入口管の管壁に単純開口しているが、入口管への水素ガス供給部分においても混合促進に寄与することが望ましい。

#### 【0014】

したがって、本発明は、先に提案した上記燃焼ヒータをさらに改良し、入口管



への水素導入が空気との混合をより促進し、さらには電気加熱触媒の前に設置する混合器も高い混合機能を発揮しながら簡単な構成として、装置全体を低コストに実現できるようにした水素燃焼ヒータを提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 5 】

## 【課題を解決するための手段】

このため、請求項1の発明は、空気が供給される入口管に該入口管に接続された水素導入管の開口から水素ガスを供給し、その下流側に順に混合器、電気加熱触媒、および熱媒体を通流させる熱交換器を設けて、電気加熱触媒に通電して水素ガスと空気の混合ガスを緩酸化反応で燃焼させ、その燃焼ガスにより熱交換器を通流する熱媒体を加熱するよう構成した水素燃焼ヒータであって、水素導入管は入口管の断面を横方向に水平に横切るように接続され、開口は複数個が入口管断面の中心位置を挟んで両側に、かつ相対的に中心位置より水素導入管における上流側の開口の面積の和が下流側の開口の面積の和よりも大きくなるように配置され、入口管における空気が供給される上流方向に向けられているものとした。

とくに、水素導入管の複数個の開口は、請求項2のように、互いに略同一のサイズに設定され、相対的に入口管断面の中心位置より水素導入管における上流側に多く配置されているものとすることができる。

あるいはまた、請求項3のように、水素導入管の複数個の開口のうち、入口管断面の中心位置より水素導入管における上流側の開口の一部または全部が下流側の開口より大きいサイズに設定されているものとすることもできる。

## 【 0 0 1 6 】

請求項4の発明は、水素導入管の開口が、とくに入口管における上流方向の水平0°から下方45°の間に向いているものとした。

## 【 0 0 1 7 】

請求項5の発明は、混合器が、それぞれ孔を備える3枚のオリフィス板を順次に並べて構成され、各オリフィス板は上流側から下流側へ順にその孔径を小さくし、かつ孔数を増大させているものとした。

## 【 0 0 1 8 】

請求項6の発明は、熱交換器が、ケーシング内に互いに整合する多数の孔を備

える 2 枚の隔壁を前後に配置するとともに、両隔壁の対応する孔間をパイプでつないで構成され、パイプ内に燃焼ガスを通し、パイプの外側に熱媒体を通流させるものとした。

#### 【 0 0 1 9 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を実施例により説明する。

図 1 は第 1 の実施例を示す斜視図で、図 8 に示した水素燃焼ヒータにおける入口管 1 3 から熱交換器 6 4 の部分にかわる相当部分を、それぞれ分離して透視的に示している。

入口管 1 3 0 から下流側に順次に、混合器 1 4 0、電気加熱触媒 1 5 0、燃焼触媒 1 6 0 および熱交換器 1 7 0 が配置される。本実施例では、混合器 1 4 0、電気加熱触媒 1 5 0 および燃焼触媒 1 6 0 はそれぞれのケーシング 1 3 2、1 3 4、1 3 6 が入口管 1 3 0 と同径となっており、互いに連結したとき 1 本の直管状の流路を形成する。本実施例の入口管 1 3 0 は内径 5 8 m m としてある。

#### 【 0 0 2 0 】

入口管 1 3 0 には、図 8 における入口管 1 3 と同じく、フィルタ 1 0、送風機 1 1、流量制御弁 1 2 を介して空気が上流から供給される（図 8 参照）。

入口管 1 3 0 には水素導入管 1 0 0 が接続されている。水素導入管 1 0 0 は、水素導入管 1 6 と同じく、減圧弁 1 5 と分岐路を備え、一方の分岐路 1 7 には第 1 の絞り弁 1 9、他方の分岐路 1 8 には第 2 の絞り弁 2 0 が設けられている（図 8 参照）。

これら、図 8 におけると同様部分については図示省略しているが、必要に応じて上記参照番号を引用する。

#### 【 0 0 2 1 】

電気加熱触媒 1 5 0 および燃焼触媒 1 6 0 は、直径サイズが互いに同じである点を除いて、先の提案における電気加熱触媒 5 0 および燃焼触媒 6 0 とそれぞれ同じ構成である。

#### 【 0 0 2 2 】

熱交換器 1 7 0 は、平板と波板を交互に重ね合わせるとともに、隣接する波板

の向きを変えて、多数の交互に直交する第1のセル172と第2のセル173を形成した積層直方体の交換部171を、ケーシング138の中央部に備える。

交換部171の第2のセル173の両端側には、各第2のセルに連通するタンク174、176が設けられ、一方のタンク174には水導入管175が、他方のタンク176には水排出管177が取り付けられている。交換部171の第1のセル172は燃焼ガスを通過させる。

#### 【0023】

これにより、水導入管175からタンク174へ流入する純水は第2のセル173を通過する間に第1のセル172を通る燃焼ガスによって加熱される。

ケーシング138は、交換部171を保持する四角形断面部から上流側を燃焼触媒160のケーシング136に整合する円形断面へ徐々に断面変化させている。四角形断面部から下流側も同様に円形断面へ徐々に断面変化させている。

#### 【0024】

なお、図8におけると同様に、電気加熱触媒150と燃焼触媒160の間の空間、燃焼触媒160、燃焼触媒160と熱交換器170の間の空間、および熱交換器170の直後には、温度センサ73、温度センサ74、温度センサ75、温度センサ76が設けられる（図8参照）。

同様に、熱交換器170の水導入管175には圧力センサ77が設けられ、水排出管177には熱交換後の純水の温度を検出する温度センサ78と、リリーフ弁79が設けられる（図8参照）。これらの図8におけると同様部分も図示省略しているが、必要に応じて上記参照番号を引用する。

#### 【0025】

つぎに、入口管130における水素導入管100の接続について説明する。

ここでは、水素ガスを水素導入管の複数箇所から分散して供給する方が好ましいので、水素導入管100を入口管130の周壁を貫通させて、入口管130の断面を横方向に水平に横切るように接続し、入口管130の断面内で水素導入管100に複数の開口90を設けてある。

後掲の図2に示すように、水素導入管100の入口管130手前にはフィルタ114を取り付け、水素ガスに混入した粉塵を除去する水滴を分離する。また、

入口管 1 3 0 を横切った水素導入管 1 0 0 の先端部には圧力センサ 1 1 6 が設けられている。

## 【 0 0 2 6 】

図 2 は、水素導入管 1 0 0 の詳細を示し、(a) は上流側から見た正面図、(b) は (a) における A - A 部の拡大断面図である。

水素導入管 1 0 0 には開口 9 0 (9 0 a、9 0 b、9 0 c、9 0 d) が設けられる。開口 9 0 a が入口管 1 3 0 の断面における中心位置に配置され、水素導入管 1 0 0 におけるその上流側に開口 9 0 b、9 0 c が配置され、開口 9 0 d が開口 9 0 a の下流側に配置されている。

## 【 0 0 2 7 】

例えば、入口管 1 3 0 の内径 5 8 mm、水素導入管 1 0 0 の外径 1 0 mm、その内径 8 mm とし、各開口 9 0 の径は 1. 5 mm とし、開口 9 0 b は入口管 1 3 0 の中心位置から 5 mm、開口 9 0 c は開口 9 0 b から 1 2 mm、開口 9 0 d は中心位置から 1 2 mm の位置に設定されており、開口 9 0 は入口管 1 3 0 断面の中心位置を挟んで両側に配置しながら相対的に中心位置より上流側に多く偏在させてある。

そして、とくに (b) に示すように、開口 9 0 の開口方向は、いずれも入口管 1 3 0 内の空気の流れに対して管軸方向上流に向かう  $0^{\circ}$  から下方  $45^{\circ}$  の間に向けられている。

## 【 0 0 2 8 】

混合器 1 4 0 は、先の図 1 に示すように、ケーシング 1 3 2 内に 3 枚のオリフィス板 1 4 1、1 4 2、1 4 3 を相互間に間隔を置いて配置して構成されている。

図 3 はオリフィス板 1 4 1、1 4 2、1 4 3 の各正面図を示す。上流側のオリフィス板 1 4 1 は、(a) のように、中心に直径 3 5 mm の孔 1 4 5 を 1 つ有している。中間のオリフィス板 1 4 2 には、(b) のように、直径 2 0 mm の孔 1 4 6 が縦横均等に 4 つ設けられている。そして、下流側のオリフィス板 1 4 3 は、(c) のように、縦横均等に配された 6 9 個の直径 6 mm の孔 1 4 7 を有している。

## 【 0 0 2 9 】

オリフィス板 1 4 1 と 1 4 2 の間隔、およびオリフィス板 1 4 2 と 1 4 3 の間隔はそれぞれ 2 0 m m となっており、入口管 1 3 0 および電気加熱触媒 1 5 0 と連結されたとき、オリフィス板 1 4 1 と水素導入管 1 0 0 間の距離は 2 0 m m、オリフィス板 1 4 3 と電気加熱触媒 1 5 0 の担体間の距離は 3 0 m m に設定されている。

その他の構成は図 8 に示したものと同一である。

## 【 0 0 3 0 】

実施例の水素燃焼ヒータは以下のように運転制御される。

まず始動に際しては、ウォータポンプ 6 5 (図 8 参照) をオンして熱交換器 1 7 0 に純水を通流開始させる一方、電気加熱触媒 1 5 0 に通電を行う。そして、送風機 1 1 を作動させて流量制御弁 1 2 により所定の始動時風量で空気を入力管 1 3 0 へ供給し、また、減圧弁 1 5 を開くとともに第 1 の絞り弁 1 9 を開いて、水素導入管 1 0 0 から入口管 1 3 0 へ水素ガスを供給する。

第 1 の絞り弁 1 9 による水素ガスの流量は定常状態での流量の  $1 / 1 0$  に相当する 5 リットル / 分に設定され、流量制御弁 1 2 は空気の始動時風量が水素 1 に対して 1 5 . 3 付近となるよう、略 7 6 リットル / 分に制御される。

## 【 0 0 3 1 】

電気加熱触媒 1 5 0 はあらかじめ設定した時間だけ通電される。この通電により電気加熱触媒 1 5 0 の温度が 2 0 0 ℃ 以上になると、それ以降は触媒反応により昇温を続け、5 0 0 ℃ まで達する。

電気加熱触媒 1 5 0 を通過して 5 0 0 ℃ まで昇温した燃焼ガスが、燃焼触媒 1 6 0 を加熱する。

この着火段階では、電気加熱触媒 1 5 0 からの燃焼ガスの温度が不図示の制御装置により温度センサ 7 3 で監視され、所定上限温度を越したり、所定時間内に昇温しない場合には、作動異常として送風機 1 1 やウォータポンプ 6 5 を含み全電源をオフとする。

## 【 0 0 3 2 】

また、温度センサ 7 4、7 5 により燃焼触媒 1 6 0 にかかわる温度を監視し、

所定上限温度を越したり、所定時間内に昇温しない場合にも、作動異常として全電源をオフとする。

さらに凍結や配管詰まりによって圧力センサ 77 の検出値が異常を示す場合にも、同様に全電源をオフとする。

#### 【0033】

着火により、温度センサ 74 で検出した燃焼触媒 160 の温度が 300℃に達すると、さらに第 2 の絞り弁 20 も開いて、水素導入管 100 から入口管 130 へ合わせて 50 リットル／分の水素ガスを供給するとともに、送風機 11 からの風量を混合比率 15.3 付近となるよう、流量制御弁 12 で略 760 リットル／分に制御する。

#### 【0034】

電気加熱触媒 150 で酸化反応する 5 リットル／分を除く 45 リットル／分の水素が燃焼触媒 60 で酸化反応して、燃焼触媒 60 で反応した燃焼ガスは 500℃まで昇温する。

この間、電気加熱触媒 150 の上流に配置した混合器 140 により、空気と水素ガスは各オリフィス板 141、142、143 の孔 145、146、147 を通過する間に均一に混合される。

燃焼触媒 160 で 500℃まで昇温した燃焼ガスは、熱交換器 170 を通過する間にウォータポンプ 65 により 6 リットル／分で流れる純水と熱交換を行う。

#### 【0035】

運転の間、温度センサ 75 で検出した燃焼触媒 160 直後の温度が所定値より高くなったときは、第 2 の絞り弁 20 を閉じて水素ガス流量を 5 リットル／分に切換えると同時に、流量制御弁 12 で空気流量を略 76 リットル／分として、低流量燃焼状態とする。この状態では、燃焼触媒 160 の温度が維持されるだけとなり、つぎに空気と水素ガスの流量が増大されたときには直ちに燃焼触媒 160 における酸化反応が再開される。

また、圧力センサ 77 が異常な高圧を検出したときは、制御装置によりリリーフ弁 79 が開放される。

#### 【0036】

本実施例は以上のように構成され、水素導入管 1 0 0 が横切る入口管 1 3 0 から、混合器 1 4 0、電気加熱触媒 1 5 0、燃焼触媒 1 6 0 および熱交換器 1 7 0 を順に配置し、水素爆発限界から十分離れた混合比率で水素と空気を供給することにより、緩酸化領域で水素の酸化反応を得て、この燃焼ガスを熱交換器 1 7 0 に通すものとしたので、爆発や爆燃のおそれなく、過大な高熱も避けられて熱応力の増大が抑えられ、窒素酸化物生成のない加熱が実現する。

## 【 0 0 3 7 】

とくに、本実施例ではまず、水素導入管 1 0 0 を入口管 1 3 0 の断面を横方向に水平に横切るように接続し、複数の開口 9 0 を入口管断面の中心位置を挟んで両側に配置しながら相対的に中心位置より上流側に多く偏在させているので、単一の開口から水素ガスを導入する場合に比較して混合の開始が早いとともに、入口管断面の中心位置を挟んで複数の開口を均等に設けた場合と比較しても高い混合度合いが得られた。

## 【 0 0 3 8 】

これは、図 4 の ( a ) に示すように、複数の開口を均等に設けた水素導入管 2 0 0 の場合、矢示のように、上流側の開口 2 0 2 から入口管 1 3 0 内へ噴出する水素ガスの噴出方向が、水素導入管内の流れ分布によって、下流側の開口 2 0 1 からの噴出方向に比較して水素導入管 2 0 0 の延び方向（すなわち下流方向）に傾斜しているので、上流側の開口 2 0 2 付近に水素低濃度領域 R 1 が生じる一方、下流側の開口 2 0 1 付近には噴出方向が集中する結果、水素高濃度領域 R 2 が生じて濃度の不均衡が助長されるのに対して、実施例では、( b ) に示すように、開口 9 0 を上流側に多く偏在させることにより、上流側個々の開口では水素低濃度領域でも相対的に多くの開口 9 0 c、9 0 d から供給されるので、下流側の開口 9 0 b 付近の濃度とバランスすることによるものと考えられる。なお、図 4 の ( b ) には簡単のため中央の開口 9 0 a を図示省略し、また圧力センサ等も省いている。

## 【 0 0 3 9 】

さらに、水素導入管 1 0 0 の複数の開口 9 0 が入口管 1 3 0 内の流れに対して管軸方向上流に向かう  $0^{\circ}$  から下方  $45^{\circ}$  の間に向けられているので、これによ

っても、水素ガスと空気の良い混合が得られた。

すなわち、水素導入管から所定距離（30 mm）下流における水素濃度変化は、前方0° から下方45° の範囲に向けたものでは少なくとも開口を上方あるいは後方へ向けたものに対して顕著に小さい結果であった。これは十分な混合が行なわれていることを示す。

#### 【0040】

上記の水素濃度変化の相違について検討すると、開口を後方へ向けたものの水素濃度変化が大きいのは、混合が間に合わないまま測定点へ到達してしまうことによるものと考えられる。

一方、開口を上方へ向けたものの水素濃度変化が大きいのは、空気に対して軽い水素ガスは開口から噴出後に上方へ浮上しようとする傾向を有するので、水平より上方へ噴出した水素ガスはそのまま水素導入管断面の上部に滞留してしまうことに起因するものと考えられる。

#### 【0041】

なお、実施例では、4つの開口90a～90dのすべてを前方0° から下方45° の範囲に向けたものとしたが、例えば図5に示すような設定としてもよい。図の（a）は正面図、（b）は（a）におけるB-B部断面図、（c）は（a）におけるC-C部断面図である。すなわち、（b）に示すように、断面中心位置の開口90aだけ0° から下方45° の範囲に向け、他の開口90b～90dは（c）に示すように、前方0° 方向としても同様の効果が得られる。

#### 【0042】

また、実施例では水素導入管の複数個の開口を互いに同一のサイズに設定し、相対的に入口管断面の中心位置より水素導入管における上流側に多く配置したものとしたが、これに限定されず、例えば水素導入管の複数個の開口のうち、入口管断面の中心位置より水素導入管における上流側の開口の一部または全部を下流側の開口より大きいサイズの径に設定することもでき、その際は中心位置の両側の開口数を同一とすることもできる。

#### 【0043】

つぎに、本実施例では、3枚のオリフィス板141、142、143を順次に



並べて混合器 1 4 0 とし、各オリフィス板はその孔 1 4 5、1 4 6、1 4 7 のサイズと孔数を異ならせ、上流側から下流側へ順に孔径を小さくしつつ孔数を増大させているので、下流へ進むほど水素ガスと空気は細分と攪拌処理を受けて、確実に混合される。

## 【 0 0 4 4 】

図 6 は、オリフィス板の組合せを変えて、電気加熱触媒 1 5 0 の担体端面位置における断面の縦横 5 等分の各部位での温度を測定した結果を示す。(a) は本実施例のオリフィス板 1 4 1、1 4 2、1 4 3 の 3 枚組の場合、(b) はオリフィス板 1 4 3 の下流側に当該オリフィス板の孔 1 4 7 よりさらに小径の孔をさらに多数備えるオリフィス板を配置した 4 枚組の場合、(c) は本実施例からオリフィス板 1 4 1 を抜いた 2 枚組の場合である。

3 枚組の (a) では最高温度が 6 5 4 ℃、最低温度が 5 0 0 ℃、4 枚組の (b) では最高温度が 6 9 4 ℃、最低温度が 5 5 5 ℃、2 枚組の (c) では最高温度が 7 5 0 ℃、最低温度が 5 0 0 ℃となっている。

## 【 0 0 4 5 】

図 6 の (d) は上記最高温度と最低温度の差、ならびに温度分布の標準偏差を示す。温度の差ならびに標準偏差とも、3 枚組と 2 枚組とでは顕著な相違が見られ、本実施例により水素ガスと空気が有効に混合されていることがわかる。4 枚組のようにオリフィス板の枚数を増せば一層ばらつきが小さくなるが、対費用効果から見て 3 枚組で十分である。

## 【 0 0 4 6 】

通常、混合が不完全であると、電気加熱触媒 1 5 0 に流入した際にヒートスポットが発生するが、本実施例では、水素導入管 1 0 0 から 5 0 リットル／分の水素ガス、送風機 1 1 から 7 6 0 リットル／分の空気を流したときにヒートスポットの発生なく、安定した燃焼反応が得られた。

なお、実施例の下流側のオリフィス板 1 4 3 の孔 1 4 7 は内径 5 8 mm の流路内で 6 mm 径で 6 9 個設けられているが、孔数としては前段の倍付近の 1 0 個以上あれば同レベルの混合が得られる。

## 【 0 0 4 7 】

つぎに、図 7 は第 2 の実施例を示す、図 1 相当の透視的斜視図である。

これは小出力用として、第 1 の実施例に対して、燃焼触媒 1 6 0 を省略したものである。また、熱交換器の構成を変更している。

燃焼触媒 1 6 0 を省略したことにより、電気加熱触媒 1 5 0 の直後（下流側）に熱交換器 1 7 0' が配置される。

熱交換器 1 7 0' は、先の熱交換器 1 7 0 が平板と波板を交互に重ね合わせた積層直方体の交換部 1 7 1 をケーシング 1 3 8 の中央部に備え、ケーシングが交換部を保持する四角形断面部から燃焼触媒 1 6 0 のケーシング 1 3 6 に整合する円形断面へ断面変化するものであるに対して、熱交換器のケーシングの断面を全長にわたって円形としたものである。

#### 【 0 0 4 8 】

すなわち、熱交換器 1 7 0' は、中央部がわずかに膨らんだ円形断面のケーシング 1 3 8' を有し、その中央部に流れに沿った前後 2 枚の隔壁 1 8 0、1 8 2 が設けられている。隔壁 1 8 0、1 8 2 には互いに整合させて多数の孔 1 8 4 が形成され、両隔壁の対応する孔間にパイプ 1 8 6 が水密に設けられている。また、両隔壁 1 8 0、1 8 2 の各外周縁はケーシング 1 3 8' の内壁に同じく水密に結合されている。

#### 【 0 0 4 9 】

多数のパイプ 1 8 6 はそれぞれケーシング 1 3 8' の軸方向に向いており、電気加熱触媒 1 5 0 側からの燃焼ガスの通路となる。

パイプ 1 8 6 の外側には、ケーシング 1 3 8' および隔壁 1 8 0、1 8 2 とで画成された室 R 3 が形成される。この室 R 3 の略直径上の対向位置に水導入管 1 7 5 と水排出管 1 7 7 とが連結されて、室 R 3 に純水が通流する。ケーシング 1 3 8' の前端は、電気加熱触媒 1 5 0 のケーシング 1 3 4 と同径となっている。

その他の構成は、第 1 の実施例と同じである。

#### 【 0 0 5 0 】

本実施例では、燃焼触媒を省いているが、電気加熱触媒 1 5 0 が通電により 2 0 0℃以上になると、それ以降は触媒反応により昇温を続け、5 0 0℃まで達するので、熱交換器 1 7 0' に通流させる純水の流量が少ないなど要求される熱量

が低く、燃焼させる水素ガスが少ない場合に、電気加熱触媒 1 5 0 による空気－水素ガス混合気の加熱燃焼だけで十分に燃焼させることができ、小出力用として好適である。

また、熱交換器 1 7 0' のケーシングが全長にわたって円形断面となっているので、第 1 の実施例と比較して全体形状が細身に構成でき、周囲との干渉のおそれが少ない小型の装置とすることができる。

#### 【 0 0 5 1 】

##### 【発明の効果】

以上のとおり、本発明の水素燃焼ヒータは、空気が供給される入口管に接続されてその開口から水素ガスを供給する水素導入管を、入口管の断面を横方向に水平に横切るように接続し、開口は複数個が入口管断面の中心位置を挟んで両側に、かつ相対的に中心位置より水素導入管における上流側の開口の面積の和が下流側の開口の面積の和よりも大きくなるように配置し、入口管における空気が供給される上流方向に設けたので、水素ガスは水素導入管の開口からの噴出直後から空気との混合が促進される。

とくに、上記水素導入管の開口を入口管における上流方向の水平 0° から下方 4 5° の間に向けて設けることにより、水素ガスの浮力とバランスして入口管内での水素ガスの良好な分布が促進される。

#### 【 0 0 5 2 】

また、入口管のつぎに設置される混合器を、それぞれ孔を備える 3 枚のオリフィス板を順次に並べて構成し、各オリフィス板は上流側から下流側へ順にその孔径を小さくし、かつ孔数を増大させたものとする事により、下流へ進むほど水素ガスと空気は細分と攪拌処理を受けて、確実に混合される。したがって、電気加熱触媒にヒートスポットが発生することなく、高い耐久性が得られる。

#### 【 0 0 5 3 】

さらに、熱交換器は、ケーシング内に配置した 2 枚の隔壁の孔をパイプでつないで構成することにより、流路方向に延びるパイプに燃焼ガスを通し、全体形状が細身に構成でき、周囲との干渉のおそれが少ない小型の装置とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施例を示す斜視図である。

【図 2】

水素導入管の詳細を示す図である。

【図 3】

オリフィス板の詳細を示す図である。

【図 4】

水素導入管から噴出する水素ガスの分布傾向を示す説明図である。

【図 5】

水素導入管の開口の変形例を示す図である。

【図 6】

オリフィス板による水素ガスと空気の混合度合いの測定結果を示す図である。

【図 7】

第 2 の実施例の構成を示す斜視図である。

【図 8】

先に提案した水素燃焼ヒータを示す図である。

【符号の説明】

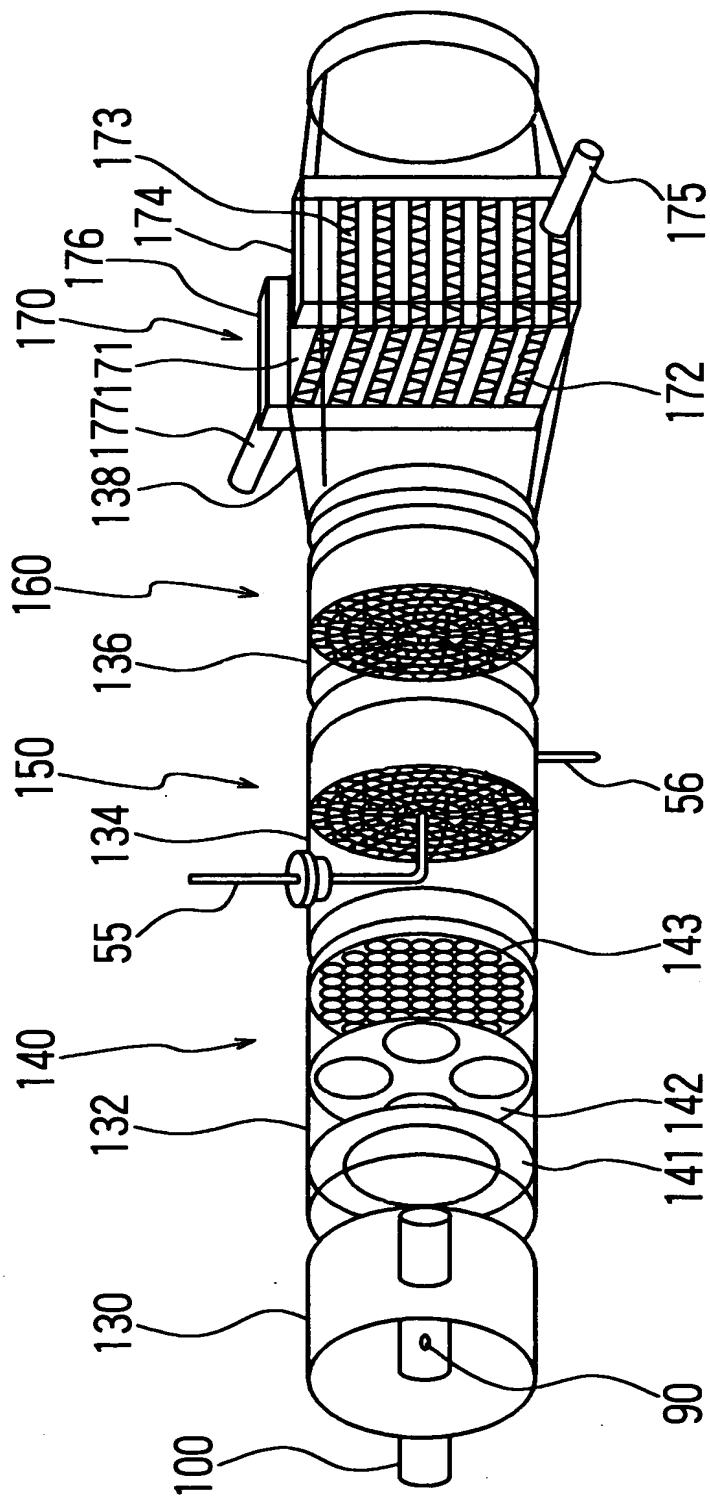
- 1 0        フィルタ
- 1 1        送風機
- 1 2        流量制御弁
- 1 5        減圧弁
- 1 7、1 8    分岐路
- 1 9        第 1 の絞り弁
- 2 0        第 2 の絞り弁
- 6 5        ウォータポンプ
- 7 3、7 4、7 5、7 6、7 8    温度センサ
- 7 7        圧力センサ
- 7 9        リリーフ弁

90、90a、90b、90c、90d      開口  
100      水素導入管  
114      フィルタ  
116      圧力センサ  
130      入口管  
132、134、136、138、138'      ケーシング  
140      混合器  
141、142、143      オリフィス板  
145、146、147      孔  
150      電気加熱触媒  
160      燃焼触媒  
170、170'      熱交換器  
171      交換部  
172      第1のセル  
173      第2のセル  
174、176      タンク  
175      水導入管  
177      水排出管  
180、182      隔壁  
184      孔  
186      パイプ

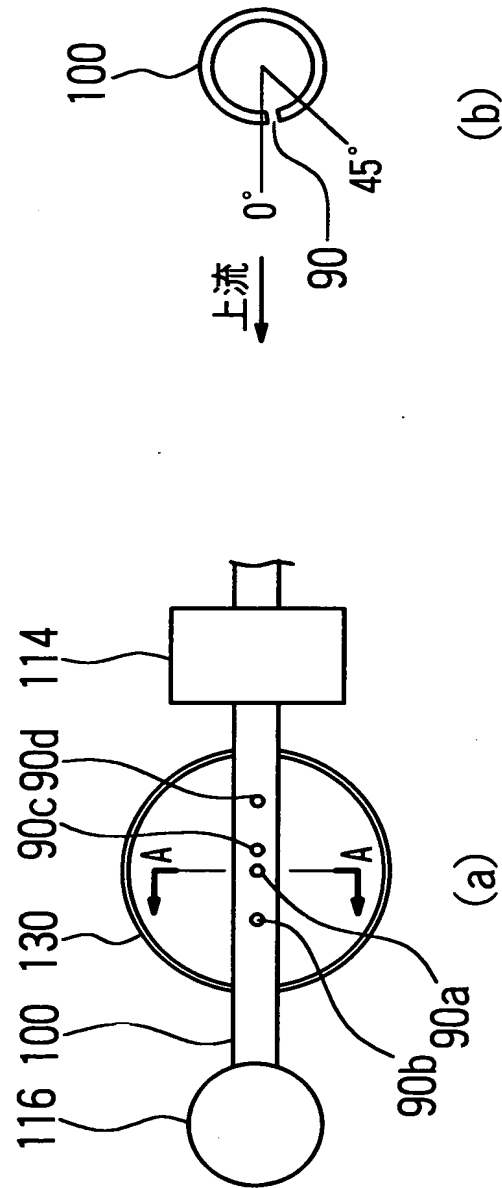
【書類名】

図面

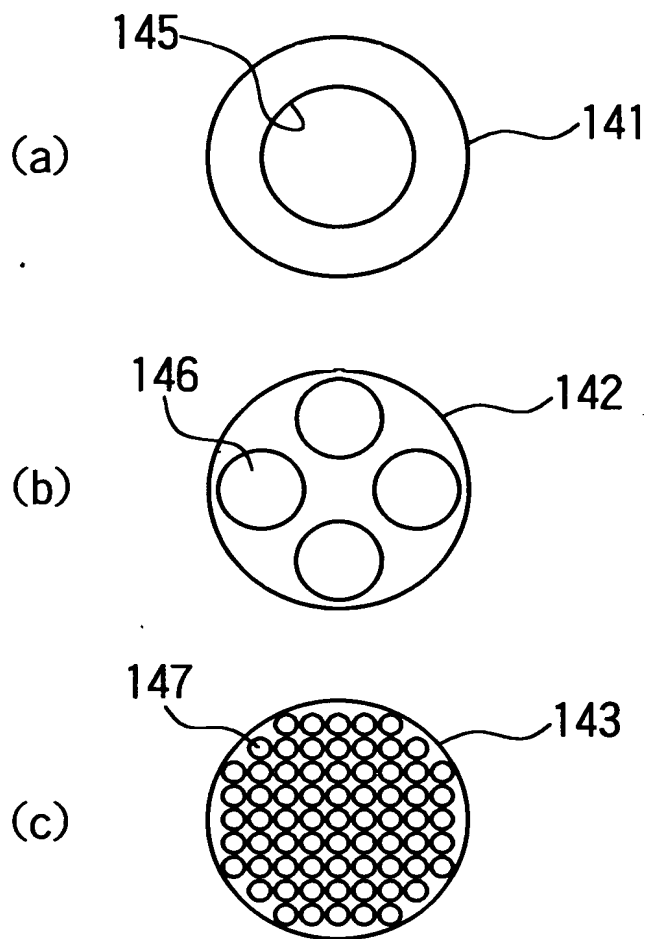
【図 1】



【図 2】

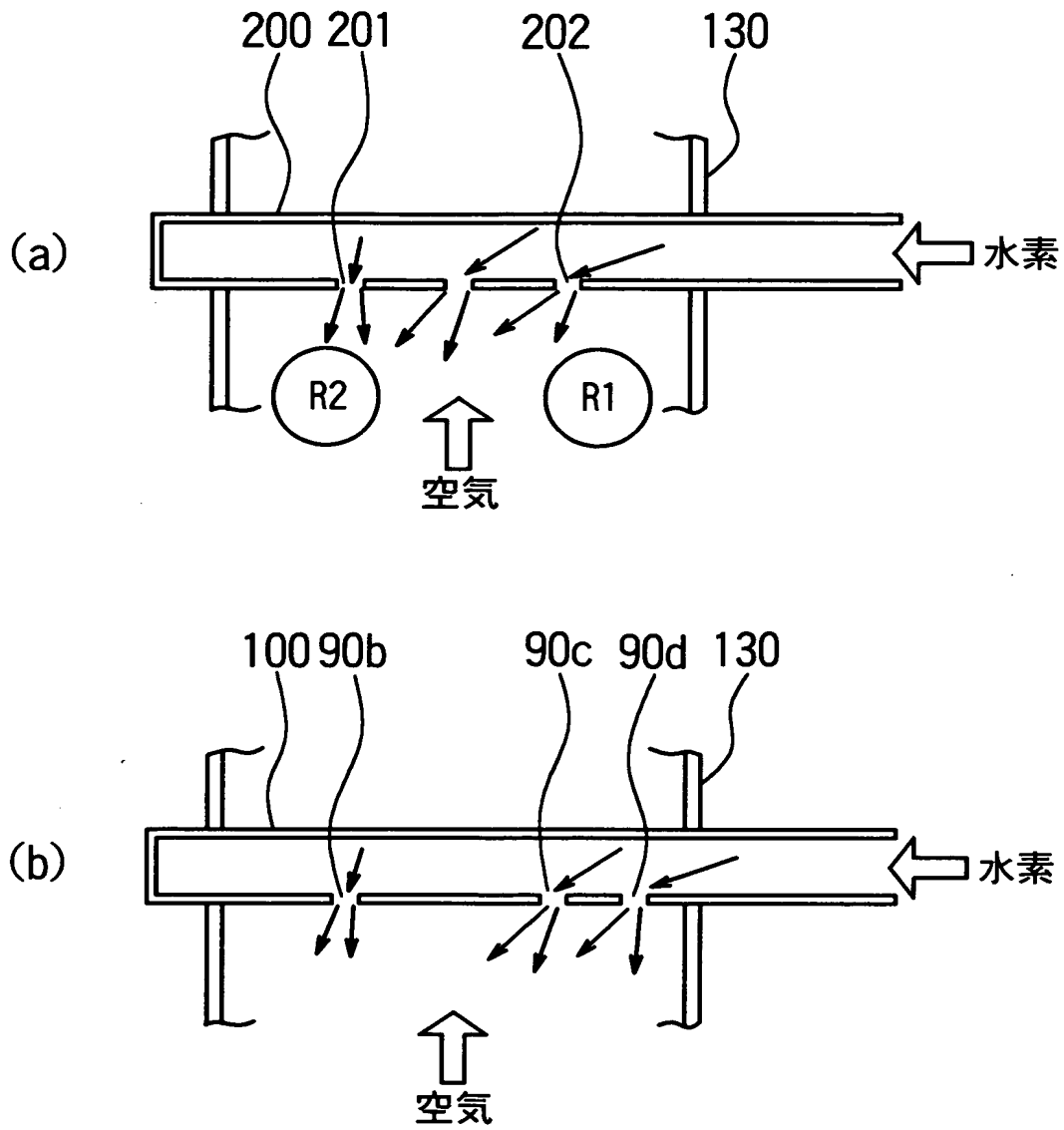


【図 3】

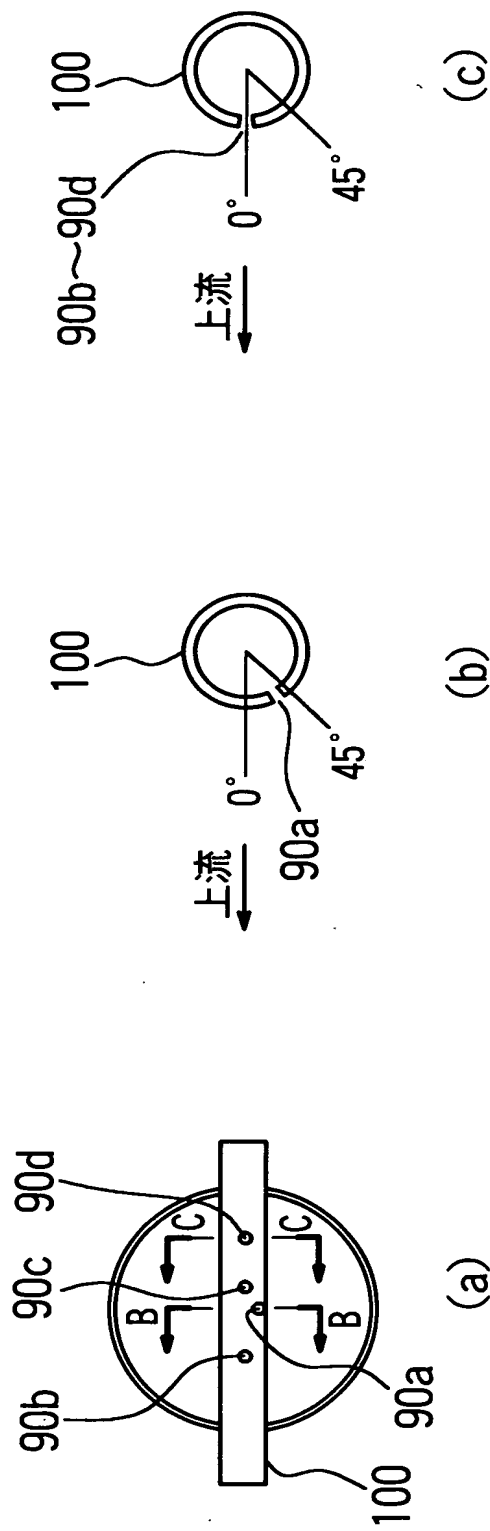




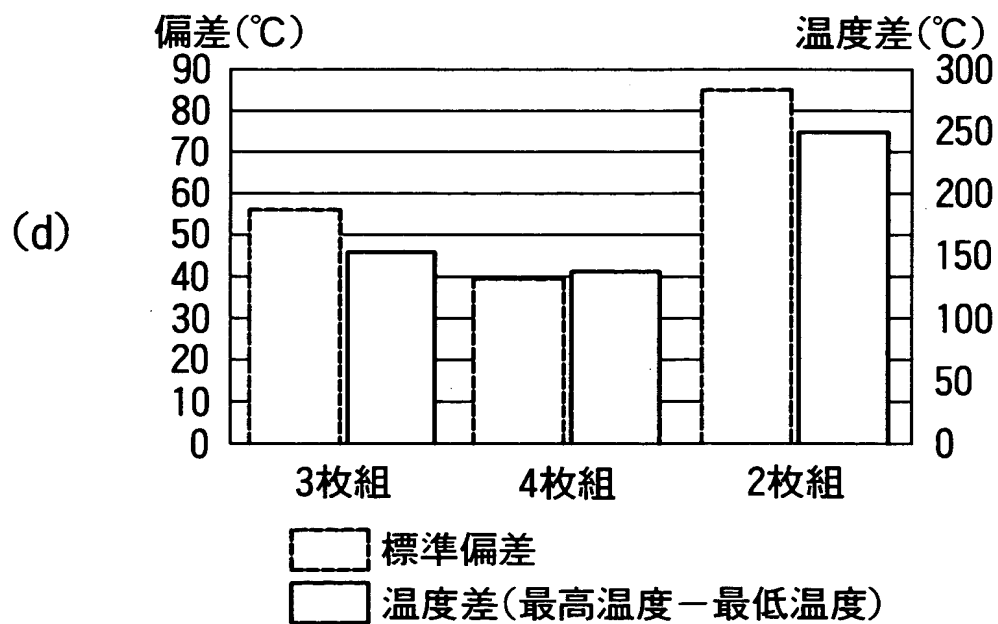
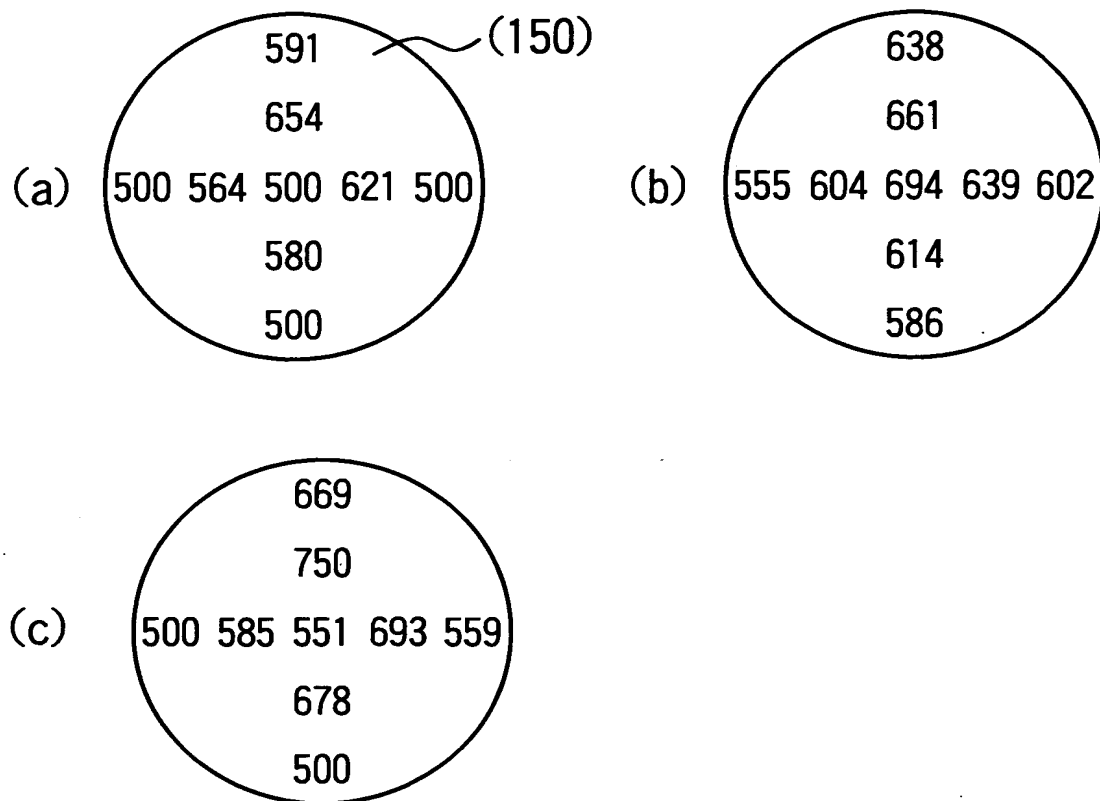
【図 4】



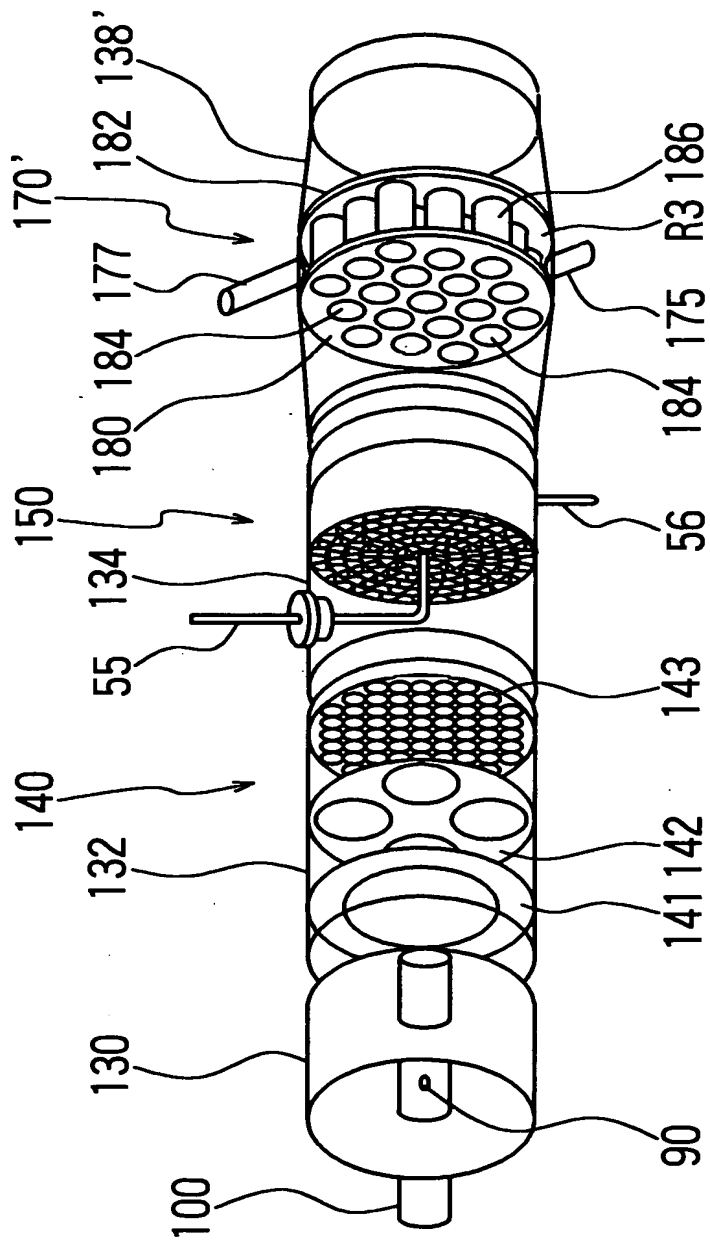
【図 5】



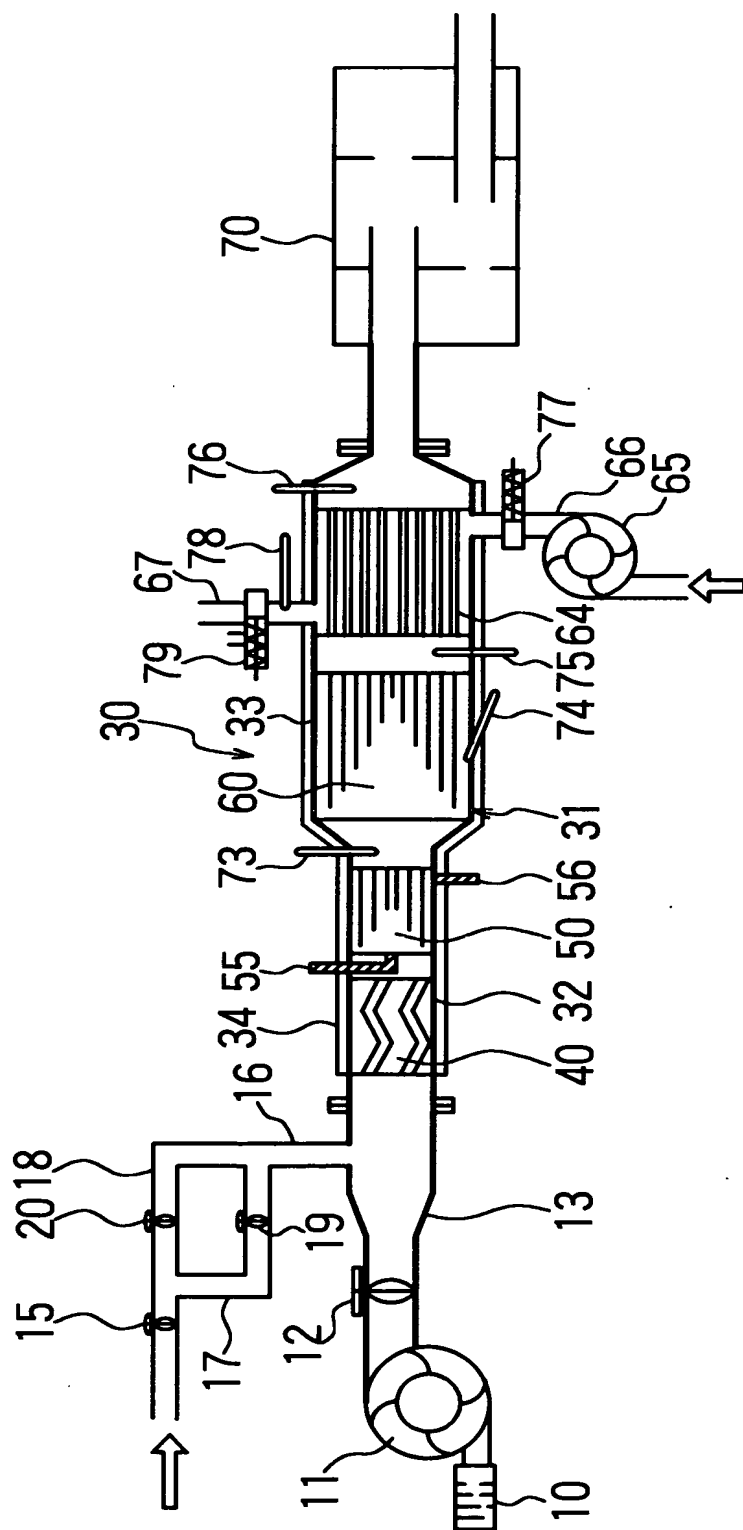
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水素燃焼ヒータにおける空気と水素ガスの混合を簡単な構成で向上させる。

【解決手段】 空気が供給される入口管 1 3 0 の断面を横方向に横切るように水素導入管 1 0 0 を接続し、開口 9 0 上流方向に設けた。水素ガスは水素導入管の開口からの噴出直後から空気との混合が促進される。混合器 1 4 0 はそれぞれ孔を備える 3 枚のオリフィス板 1 4 1、1 4 2、1 4 3 を順次に並べて構成し、各オリフィス板は上流側から下流側へ順にその孔径を小さくし、かつ孔数を増大させたものとした。これにより、下流へ進むほど水素ガスと空気は細分と攪拌処理を受けて、確実に混合されるから電気加熱触媒 1 5 0 にヒートスポットが発生することなく、高い耐久性が得られる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004765]

1. 変更年月日	2000年 4月 5日
[変更理由]	名称変更
住 所	東京都中野区南台5丁目24番15号
氏 名	カルソニックカンセイ株式会社